

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-293236

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

(51)Int.Cl.

G11B 5/82
G09D 5/23
G11B 5/66

(21)Application number : 08-348862

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 26.12.1996

(72)Inventor : UCHIYAMA HIROSHI
HAGA SUSUMU

(30)Priority

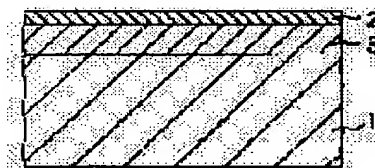
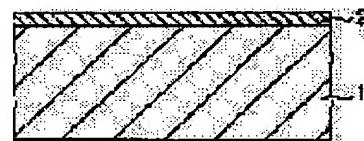
Priority number : 08 43811 Priority date : 29.02.1996 Priority country : JP

(54) MAGNETIC DISK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain good off-track characteristics and overwriting characteristics by optimizing the thickness and Pt content of a metal magnetic thin film of a magnetic disk and optimizing the thickness of a base layer under the magnetic layer.

SOLUTION: This magnetic disk is obtd. by forming a metal magnetic thin film 2 on a disk-type nonmagnetic substrate 1. The thickness of the metal magnetic thin film 2 is controlled to $\leq 50\text{nm}$ to improve the off-track characteristics and overwriting characteristics. Dullness in the edges of ruggedness on the metal magnetic thin film 2 is the more significant with the larger thickness of the metal magnetic thin film 2. Therefore, the thickness of the metal magnetic thin film 2 is controlled to $\leq 50\text{nm}$. Further, as for the Co-based metal magnetic material, Co is used as a single material or a Co-Pt alloy or a Co-Pd alloy can be used.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

8730-025

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-293236

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/82			G 1 1 B 5/82	
C 0 9 D 5/23	P Q V		C 0 9 D 5/23	P Q V
G 1 1 B 5/66			G 1 1 B 5/66	

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

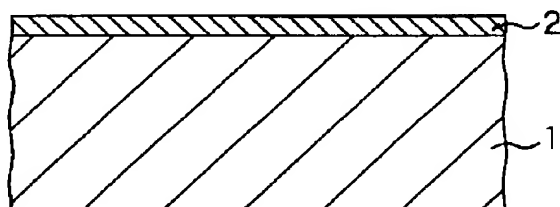
(21) 出願番号	特願平8-348862	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成8年(1996)12月26日	(72) 発明者	内山 浩 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平8-43811	(72) 発明者	芳賀 進 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
(32) 優先日	平8(1996)2月29日	(74) 代理人	弁理士 小池 晃 (外2名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク

(57) 【要約】

【課題】 PERMディスクのオフトラック特性、オーバーライト特性を改善するとともに保磁力を増大させ、MRヘッドによる分解能を高める。

【解決手段】 金属磁性薄膜2の厚さ及びPt含有量あるいはその下側に設けられる下地層3、4の厚さを適正化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくともサーボ信号が凹凸パターンによって形成された非磁性基板上に、金属磁性薄膜が形成されてなる磁気ディスクにおいて、上記金属磁性薄膜の厚さが、50nm以下であることを特徴とする磁気ディスク。

【請求項2】 金属磁性薄膜は、Co-Pt系合金またはCo-Pd系合金よりなることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項3】 金属磁性薄膜は、Co-Pt-Cr系合金あるいはCo-Pd-Cr系合金よりなることを特徴とする請求項2記載の磁気ディスク。

【請求項4】 金属磁性薄膜は、Ptの含有量が16原子%以上のCo-Pt系合金あるいはCo-Pt-Cr系合金よりなり、厚さが8nm～50nmであることを特徴とする請求項2記載の磁気ディスク。

【請求項5】 非磁性基板は、ガラス転移温度が120℃以下のプラスチック材料よりなることを特徴とする請求項4記載の磁気ディスク。

【請求項6】 非磁性基板は、表面粗さRaが2nm以下、表面粗さRmaxが25nm以下であることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項7】 少なくともサーボ信号が凹凸パターンによって形成された非磁性基板上に、下地層及び金属磁性薄膜が形成されてなる磁気ディスクにおいて、上記下地層の厚さが、110nm以下であることを特徴とする磁気ディスク。

【請求項8】 金属磁性薄膜の厚さが、50nm以下であることを特徴とする請求項7記載の磁気ディスク。

【請求項9】 下地層が、C、Si、Geの少なくともいずれかよりなる第1の下地層上にCrを主体とする第2の下地層が積層されてなることを特徴とする請求項7記載の磁気ディスク。

【請求項10】 第1の下地層の厚さが、2～80nmであることを特徴とする請求項9記載の磁気ディスク。

【請求項11】 第2の下地層の厚さが、5～108nmであることを特徴とする請求項9記載の磁気ディスク。

【請求項12】 非磁性基板は、ガラス転移温度が120℃以下のプラスチック材料よりなることを特徴とする請求項7記載の磁気ディスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスクに関し、特に再生用ヘッドとして磁気抵抗効果型ヘッドを用いるPERM(pre embossed Rigid Magnetic)ディスクに関する。

【0002】

【従来の技術】例えばコンピュータ等で用いられる磁気記録媒体としては、ランダムアクセスが可能な円板状の

磁気ディスクが広く用いられており、なかでも応答性に優れることから、基板にガラス板、プラスチック板、あるいは表面にNi-Pメッキ、アルマイト処理が施されたAl合金板等の硬質材料を用いた磁気ディスク(いわゆるハードディスク)が使用されるようになってい

る。【0003】このような磁気ディスクにおいては、近年、さらなる高密度記録化が求められるようになってい

る。さらに、高密度記録化とともにアナログ記録されている信号からより正確にデジタル信号に変換できるブリコードエンコード方式に合わせた媒体設計や記録再生システムが必要となっている。【0004】これまで磁気ディスクに対する記録は、面内磁気記録用の磁気ディスクとリングヘッドを組み合わせた方式で行われている。このリングヘッドは、電磁誘導現象を利用したヘッドであり、磁気ディスクの場合には、このリングヘッドがスライダに搭載され、ディスクの回転によって生じる空気流によって微小距離を空けて浮上走行する。

【0005】しかし、このリングヘッドは、トラック幅を狭小化すると再生出力が極端に低くなり、必要十分なS/N比が得られなくなる。このため、トラック幅方向での高密度化に限界がある。

【0006】そこで、リングヘッドを記録用ヘッドとし、磁気抵抗効果型ヘッド(MRヘッド)を再生用ヘッドとして組み合わせた複合型磁気ヘッドが用いられるようになってい

る。この複合型磁気ヘッドで用いられるMRヘッドは、周方向における単位長さでの磁束量変化によって出力が決まるため、基本的にはトラック幅をいくら狭くしても出力が減少せず、高トラック密度化に対応できる。

【0007】一方、以上は磁気ヘッドにおける高密度記録化への対応であるが、磁気ディスク側についても、トラック密度を増大させるための様々な工夫が講じられてい

る。【0008】例えば、トラック幅の狭小化を図る場合、

トラック幅が余り狭くなると、隣接するデータトラックに記録された磁気信号からの干渉(クロストーク)を受けるようになり、S/N比の劣化が招来される。

【0009】そこで、このようなクロストークを抑えるために、基板表面に、データトラックに対応して凹凸パターンを形成することが提案されている。【0010】基板表面に凹凸パターンを形成すると、この凹凸形状が磁性層表面にそのまま反映され、磁性層表面にも基板表面で形成されているのと同じ凹凸パターンを呈したかたちになる。この場合、例えば凸部をデータトラックとして設定したときには、このデータトラック同士は間に凹部が介在していることから磁気的な分離が促進される。このため、トラック幅が比較的狭く設定されている場合でも、隣接するデータトラックに記録され

た磁気信号の影響を受け難く、良好なオフトラック特性が得られる。

【0011】また、これを応用したものとして、PERM (pre embossed Rigid Magnetic) ディスクと称される磁気ディスクも開発されている(電子技術通信学会 MR93-34 1993 11月)。このPERMディスクでは、データトラックとともにサーボ信号も基板上に凹凸パターンとして形成される。

【0012】このようなPERMディスクでは、プラスチックよりなる成型基板が用いられ、この成型基板にサーボ信号等が予めプリフォーマットされるので、磁性層にサーボ信号を書き込む手間が省ける。このため、ディスクの低コスト化に有利である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】このように磁気ディスクにおいては、MRヘッドを用いたり、PERMディスクとすることで、高密度記録化への対応が図られている。

【0014】しかしながら、磁気ディスクの記録密度をより一層向上させるには、さらなる検討が必要である。

【0015】すなわち、PERMディスクでは、トラック同士の間には凹部を形成することで当該トラック同士の磁気的分離を促進するが、これまでのディスクではこの磁気的分離が不十分であり、トラック間をある程度狭小化していくとやはりクロストークが生じるようになる。つまり、オフトラック特性については未だ改善の余地が残されている。

【0016】また、磁気特性についても十分に満足のいくものとは言えない。

【0017】MRヘッドによる信号再生では、磁性層における、残留磁化 M_r と磁性層の厚み δ の積 $M_r \cdot \delta$ と、保磁力 H_c の比 $M_r \cdot \delta / H_c$ が小さいこと、すなわち磁化反転遷移幅が狭いことが望ましい。例えば、保磁力 H_c について言えば、 $1 \text{ Gbit} / \text{inch}^2$ 以上の高密度記録を実現するためには 2000 Oe (約 159 kA/m)以上の保磁力が必要である。

【0018】さらに、再生専用のMRヘッドが用いられるようになったことによって、リングヘッドでは記録特性のみを優先して設計が行えるようになっている。このため、リングヘッドの記録能力が上がり、これを活かせる高保磁力の媒体が求められる。

【0019】媒体の保磁力の検討については、金属磁性薄膜の成膜時に基板温度を 200°C 以上に上げること、金属磁性薄膜の保磁力が増大することが報告されている。しかし、この手法は、プラスチック基板を用いるPERMディスクに採用するには、基板の熱変形の問題から不適当である。

【0020】そこで、本発明はこのような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、トラック密度を増大させ

た場合でも、良好なオフトラック特性が得られ、また保磁力が高く、高い分解能で信号検出が行える磁気ディスクを提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明の磁気ディスクは、少なくともサーボ信号が凹凸パターンによって形成された非磁性基板上に、金属磁性薄膜が形成されてなる磁気ディスクであって、上記金属磁性薄膜の厚さが、 50 nm 以下であることを特徴とするものである。

【0022】また、少なくともサーボ信号が凹凸パターンによって形成された非磁性基板上に、下地層及び金属磁性薄膜が形成されてなる磁気ディスクであって、上記下地層の厚さが、 110 nm 以下であることを特徴とするものである。

【0023】このように金属磁性薄膜の厚さ、あるいはその下側に形成される下地層の厚さが比較的薄い膜厚範囲に規制されている磁気ディスクでは、良好なオフトラック特性、オーバーライト特性が得られる。

【0024】また、特に金属磁性薄膜が Co-Pt 系合金よりなる場合には、 Pt 含有量を 16 原子%以上とし、その厚さを $8 \sim 50 \text{ nm}$ の範囲とすると、 150 kA/m 以上の保磁力が得られ、高い分解能で信号検出が行えるようになる。

【0025】さらに、金属磁性薄膜の下側に下地層を設けると、この下地層によって金属磁性薄膜の保磁力がさらに向上する。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る磁気ディスクの実施の形態について説明する。

【0027】まず、本発明に係る第1の実施の形態の磁気ディスクを図1に示す。この磁気ディスクは、図1に示すように円板状の非磁性基板1上に、金属磁性薄膜2が形成されて構成される。

【0028】上記非磁性基板1には、その一主面に記録トラックやサーボ信号に対応した凹凸パターンが刻設されている。

【0029】この基板の材質としては、ガラス、プラスチック、アルミニウム、アルミニウム合金等が用いられる。このうち、プラスチック材料は、射出成形によって基板形状に成形でき、大量生産する上で有利である。なお、これら基板は、表面粗さ R_a が 2 nm 以下、表面粗さ R_{max} が 25 nm 以下であることが望ましい。高密度記録を行うためには、ヘッドの浮上量を 50 nm 以下に下げる必要があり、そのようなヘッド浮上量を安定に実現するためには、 R_{max} 及び R_a をこの範囲とすることが必要である。但し、ここで言う表面粗さ R_a は、 JIS B0601 で規定される中心線平均粗さ R_a であり、表面粗さ R_{max} は、 JIS B0601 で規定される最大高さ R_{max} である。

【0030】上記金属磁性薄膜2は、情報信号が面内磁化反転によって記録される記録層であり、例えばCo系金属磁性材料により構成される。このCo系金属磁性材料としては、Coを単独で用いたり、あるいはCo-Pt系合金、Co-Pd系合金を用いることができる。

【0031】このうちCo-Pt系合金では、保磁力の点からPt含有量が16原子%以上であるのが望ましい。磁気ディスクにおいて、例えば磁気ヘッドと金属磁性薄膜のスペーシングが90nm以下である場合に、高い分解能で信号検出を行うには保磁力が150kA/m以上であることが必要である。保磁力を150kA/m以上にするためには、Pt含有量が16原子%以上であることが必要である。但し、Pt含有量が余り多くなると磁性が得られなくなることから、Pt含有量は95原子%を越えてはならず、実用的には80原子%以下である。

【0032】また、金属磁性薄膜2としては、上記合金にCrを含有させたCo-Pt-Cr系合金、Co-Pd-Cr系合金等の3元合金であっても構わない。但し、Crの含有量は40原子%以下とするのが望ましい。また、特にCo-Pt-Cr系合金では、Ptが16~23原子%、Crが20原子%以下、残部がCoであるのが望ましい。なお、合金に含有させる元素は、Crの他、Ta、W、Si等であっても良い。これら元素の含有量の上限は50原子%である。

【0033】このような金属磁性薄膜2は、真空中で強磁性金属材料を加熱蒸発させ、非磁性支持体上に沈着させる真空蒸着法や、強磁性金属材料の蒸発を放電中で行うイオンプレーティング法、アルゴンを主成分とする雰囲気中でグロー放電を起こし生じたアルゴンイオンでターゲット表面の原子を叩き出すスパッタ法等、いわゆるPVD技術等によって形成される。

【0034】ここで、この金属磁性薄膜2の厚さは50nm以下に規制され、これによってオフトラック特性、オーバーライト特性が改善される。

【0035】すなわち、凹凸パターンが形成された基板1上に、例えばスパッタリング法によって金属磁性薄膜2を成膜する場合、スパッタ粒子は凹凸の上面の方向からのみ入射するのが理想的である。このような場合、図2に示すように、金属磁性薄膜2が基板1の形状を精密に反映し、金属磁性薄膜上に鋭いエッジで凹凸形状が形成される。

【0036】しかしながら、実際のスパッタリングでは、様々な方向からスパッタ粒子が入射する。このため、図3に示すように、金属磁性薄膜2上に形成される凹凸形状はエッジが曲率を有する鈍い形状になる。このような場合、ディスクに対してヘッドを浮上させると、トラックエッジ付近ではヘッドが金属磁性薄膜2から離れて浮上する。そして、このようなスペーシングの増大に起因して、信号品質が劣化し、オフトラック特性やオ

ーバーライト特性が損なわれる。

【0037】ここで、このような金属磁性薄膜2上での凹凸のエッジの鈍りは、金属磁性薄膜2の厚さが厚くなる程顕著になる。そこで、本発明では金属磁性薄膜2の厚さを50nm以下に規制する。金属磁性薄膜がこのように薄くなされていると、比較的エッジの鋭い凹凸が金属磁性薄膜上に形成され、オフトラック特性、オーバーライト特性が改善されるようになる。

【0038】また、特に、金属磁性薄膜2としてCo-Pt系合金膜を用い、そのPt含有量を16原子%以上とした場合には、保磁力の向上を目的として、金属磁性薄膜の厚さを8nm~50nm、望ましくは15nm~35nmとするのが良い。

【0039】上述の如く、磁気ディスクにおいて、磁気ヘッドと金属磁性薄膜の間のスペーシングが90nm以下である場合、高い分解能で信号検出を行うためには保磁力が150kA/m以上であることが必要である。一方、保磁力は金属磁性薄膜の厚さに依存して変化し、150kA/m以上の保磁力が得られる金属磁性薄膜の厚さ範囲は8nm~50nmである。また、磁気ヘッドと金属磁性薄膜のスペーシングが70nm以下である場合には保磁力が167kA/m以上であることが必要である。保磁力が167kA/m以上となる金属磁性薄膜の厚さ範囲は15nm~35nmである。上述の膜厚範囲は、このような点から決められたものである。

【0040】次に、本発明に係る第2の実施の形態の磁気ディスクを図4を参照しながら説明する。

【0041】この磁気ディスクは、円板状の非磁性基板1上と金属磁性薄膜2の間に、金属磁性薄膜2の保磁力を増大させるための下地層3が設けられて構成される。

【0042】上記非磁性基板1には、その一主面に記録トラックやサーボ信号に対応した凹凸パターンが刻設されている。

【0043】この基板の材質としては、第1の実施の形態の磁気ディスクで例示したものがいずれも使用可能である。なお、この磁気ディスクでは、下地層3によって金属磁性薄膜の保磁力が向上するので、別段、金属磁性薄膜の成膜時に基板を加熱することで保磁力を制御する必要がない。したがって、ガラス転移温度が120℃以下のプラスチック材料を用いることも可能である。

【0044】上記下地層3は、この上に成膜される金属磁性薄膜2の面内配向性を高めることで、金属磁性薄膜2の保磁力を増大させるものである。

【0045】この実施の形態の磁気ディスクでは、この下地層3の厚さが110nm以下に規制され、これによってオフトラック特性、オーバーライト特性が改善されるようになっている。

【0046】すなわち、凹凸パターンが形成された基板1上に、例えばスパッタリング法によって下地層3を成膜する場合にも、やはりスパッタ粒子は様々な方向から

基板 1 上に被着する。このため、下地層 3 の厚さが厚い場合には、下地層 3 上での凹凸は基板 1 上での凹凸に比べてエッジ形状が鈍くなり、この上に形成される金属磁性薄膜 2 においてもエッジ形状が鈍くなる。

【0047】ここで、下地層 3 の厚さが 110 nm 以下と薄く抑えられていると、比較的エッジの鋭い凹凸が下地層上に形成され、それを反映して金属磁性薄膜 2 上にもエッジの鋭い凹凸が形成される。このため、オフトラック特性、オーバーライト特性が改善される。

【0048】下地層 3 としては、金属磁性薄膜の面内配向性を改善できるものが用いられ、例えば Cr を主体とする下地層が挙げられる。しかし、この Cr 下地層のみによって、金属磁性薄膜 2 の面内配向性を改善するためには、その厚さを 150 nm 以上にしなければならない。

【0049】したがって、この Cr 下地層 3 を用いる場合には、図 5 に示すように、この Cr 下地層を第 2 の下地層 3 とし、この第 2 の下地層 3 と非磁性基板 1 の間に、C、Si、Ge の少なくともいずれかよりなる第 1 の下地層 4 を設けるのが望ましい。

【0050】このように 2 層構成の下地層 5 を設けると、Cr を主体とする第 2 の下地層 3 の結晶性が、金属磁性薄膜 2 の面内配向性を改善し、これにより金属磁性薄膜 2 の保磁力が増大する。また、C、Si、Ge の少なくともいずれかよりなる第 1 の下地層 4 のアモルファス表面が、第 2 の下地層 3 の結晶性に好影響を及ぼす。このため、第 2 の下地層 3 は、その作用を比較的薄い膜厚範囲において発揮し、下地層 3、4 全体の厚さを薄く抑えながら保磁力の増大が図れる。

【0051】なお、第 1 の下地層 4 は、C、Si、Ge のいずれか単独で構成してもよく、2 種類以上を組み合わせ構成しても構わない。この第 1 の下地層 4 の厚さは、2~80 nm とするのが望ましい。第 1 の下地層 4 の厚さが 2 nm 未満である場合には、効果が不足し、第 2 の下地層 3 の結晶性を十分に改善することができない。また、第 1 の下地層 4 の厚さが 80 nm を越えると、膜剥がれが生じる虞れがある。

【0052】一方、第 2 の下地層 3 は、Cr 単独で構成しても構わないが、Ti 等の他の金属元素を含有させても良い。例えば Ti を、0~20 原子%の範囲で添加すると、金属磁性薄膜 4 の保磁力を増大させる効果が高まる。この第 2 の下地層 3 の厚さは、5~108 nm とするのが好ましい。第 2 の下地層 3 の厚さが 5 nm 未満である場合には、金属磁性薄膜 2 の保磁力を十分に増大させることができない。また、第 1 の下地層 4 と第 2 の下地層 3 の合計が 110 nm より厚くすると、金属磁性薄膜 2 上での凹凸のエッジが鈍くなり、オフトラック特性、オーバーライト特性が劣化する。

【0053】このような下地層上には、金属磁性薄膜 2 が形成される。この金属磁性薄膜 2 としては、第 1 の実

施の形態で例示した合金薄膜がいずれも使用可能である。

【0054】なお、この金属磁性薄膜 2 の厚さは、50 nm 以下とされているのが望ましい。金属磁性薄膜 2 の厚さを 50 nm 以下とすることで、金属磁性薄膜 2 上での凹凸のエッジが一層鋭いものになり、オフトラック特性、オーバーライト特性が向上する。

【0055】なお、以上が磁気記録媒体の基本的な構成であるが、この磁気記録媒体には、この種の磁気記録媒体で通常行われているような付加的な構成をもたせるようにしても良い。例えば、上記金属磁性薄膜上にカーボン等よりなる硬質保護膜を設けたり、潤滑剤を塗布すると、走行耐久性を付与することができる。

【0056】

【実施例】本発明の具体的な実施例について実験結果に基づいて説明する。

【0057】なお、以下の実験例 1-1~実験例 1-14 は金属磁性薄膜の厚さの検討であり、実験例 1-15~実験例 1-17 は金属磁性薄膜の Pt 含有量の検討である。また、実験例 2-1~実験例 2-5 は単層構成の下地層についての厚さの検討であり、実験例 3-1~実験例 3-38 は 2 層構成の下地層についての厚さの検討である。

【0058】実験例 1-1

ここで作製した磁気ディスクは、凹凸パターンが形成されたプラスチック基板上に、下地層、金属磁性薄膜、保護膜が形成されてなるものである。

【0059】このような磁気ディスクを作製するためにプラスチック基板（ポリオレフィン製）を次のようにして作製した。

【0060】まず、ガラス原盤を用意し、このガラス原盤上にホトレジストを塗布する。そして、このホトレジストを、カッティングデータに基づいた溝のパターンで露光し、現像、カッティングを行うことでレジストパターンを形成する。そして、このレジストパターン上に Ni メッキ膜を析出させて剥離し、裏面を研磨することで所望の厚みに整える。このメッキ膜をスタンパとしてプラスチック成型を行うことで基板を作製する。

【0061】なお、このプラスチック基板は、2.5 インチ径であり、深さ 200 nm の溝が同心円状に刻設されている。この場合、凸部が記録トラックに相当し、トラック幅は 3.2 μ m、トラックピッチは 4.8 μ m である。

【0062】また、プラスチック基板の表面粗度は、表面平均粗さ Ra が 2 nm 以下、最大突起高さ Rmax が 25 nm 以下に調整されている。

【0063】そして、この基板上に、Cr 下地層、Co₉₀Pt₁₀ 金属磁性薄膜、カーボン保護層を形成した。

【0064】この下地層、金属磁性薄膜及び保護層を形成するためのインライン型スパッタリング装置を図 6 に

示す。

【0065】このスパッタリング装置は、複数の基板42をバレット43に装着し、このバレット43に装着された基板42に対して、下地層、金属磁性薄膜、保護層がこの順にインラインで形成されるようになされたものであり、下地層を形成するための第1のスパッタ室31、金属磁性薄膜を形成するための第2のスパッタ室32、保護層を形成するための第3のスパッタ室33及びこれら各層が形成された基板42をバレット43から取り外すための基板取り外し室34がこの順に独立して並設されている。これら各室は、排気系35、36、37、38によって真空中に保たれており、隣り合う各室同士はバルブによって開閉自在とされる。基板42が装着されたバレット43は、このバルブを通じて各室から搬出入される。

【0066】この真空中に保たれた室のうち、第1のスパッタ室31、第2のスパッタ室32、第3のスパッタ室33は、いずれも真空チャンバー2内の中央部にカソードを兼ねるターゲット39、40、41が配置され、それと対向して基板42が装着されたバレット43が配置される。なお、各スパッタ室に配置されるターゲット39、40、41としては、それぞれの室で成膜するスパッタ膜に対応して、第1のスパッタ室31にはCrターゲット等の下地ターゲット、第2のスパッタ室32には $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ ターゲット等の金属磁性膜用ターゲット、第3のスパッタ室33にはカーボンターゲットが用いられる。また、これらスパッタ室には、スパッタガスとなるArガスを導入するためのガス導入管44、45、46、47が設けられている。

【0067】このようなスパッタ室では、ターゲットに約600～800Vのマイナス電位が印加され、これによってターゲットとバレットの間で放電が生じる。この放電雰囲気によって、導入されたArガスがイオン化し、ターゲット表面へ高速で衝突する。その結果、ターゲット表面からターゲット粒子がはじき出され、基板上に被着、堆積し、スパッタ膜が成膜されることになる。

【0068】一方、第3のスパッタ室33に隣接する基板取り外し室34は、減圧雰囲気から大気圧下に基板を取り出すための、いわば出口となる室である。この室は、基板42が装着されたバレット43を搬入する際には減圧雰囲気となされており、バレット42が搬入され、開いていたスパッタ室33と取り外し室34との間のバルブが閉じられると大気導入される。この取り外し室34が大気圧になったところで、基板42が取り出される。

【0069】なお、いずれのスパッタ室においても、スパッタリング前のチャンバー圧力は 2×10^{-6} Pa以下とした。基板とターゲットの距離は60 mmであり、ターゲットの直径は152.4 mmである。また、スパッタリング中、バレットは室温に保たれるようにした。

【0070】また、Cr下地層、Co-Pt金属磁性薄膜、カーボン保護膜のそれぞれのスパッタ条件は以下のように設定した。

【0071】Cr下地層

膜厚：100 nm

膜形成速度：2 nm/sec

アルゴン圧力：0.1 Pa

$\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ 金属磁性薄膜

膜厚：15 nm

膜形成速度：2 nm/sec

アルゴン圧力：0.13 Pa

カーボン保護層

膜厚：10 nm

膜形成速度：0.5 nm/sec

アルゴン圧力：0.5 Pa

このようにして下地層、金属磁性薄膜、保護層を形成した後、この保護層上にフッ素系潤滑剤を塗布することで磁気ディスクを作製した。

【0072】実験例1-2

金属磁性薄膜として $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}\text{Cr}_{10}$ 合金薄膜を36 nmの厚さで形成したしたこと以外は実験例1-1と同様にして磁気ディスクを作製した。

【0073】実験例1-3

金属磁性薄膜として $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}\text{Cr}_{20}$ 合金薄膜を45 nmの厚さで形成したしたこと以外は実験例1-1と同様にして磁気ディスクを作製した。

【0074】実験例1-4

金属磁性薄膜として $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}\text{Cr}_{22}$ 合金薄膜を60 nmの厚さで形成したしたこと以外は実験例1-1と同様にして磁気ディスクを作製した。

【0075】このように作製した磁気ディスクについて、飽和磁化厚み $M_r \cdot \delta$ (M_r ：残留磁化、 δ ：金属磁性薄膜の厚さ)、保磁力 H_c 、保磁力角形比 S^* を振動試料型磁力計(VSM)で測定したところ、いずれも $M_r \cdot \delta = 12.5 \text{ mA}$ 、 $H_c = 150 \text{ kA/m}$ 、 $S^* = 0.82$ であった。

【0076】そして、これら磁気ディスクについて、記録再生を行い、オーバーライト特性、オフトラック特性を調べた。

【0077】なお、記録再生には、図7に示すように、MR素子51がシールド膜52、53によって上下から挟み込まれてなるMRヘッド(再生ヘッド)と、このMRヘッド上に積層されたインダクティブヘッド(記録ヘッド)54よりなる複合型磁気ヘッドを用いた。この複合型磁気ヘッドはスライダー56上に搭載され、記録再生時にはディスク上を浮上するようになっている。この複合型磁気ヘッドの記録トラック幅は $3.5 \mu\text{m}$ 、再生トラック幅は $2.5 \mu\text{m}$ である。

【0078】オーバーライト特性は、1 MHzの周波数信号を線速度7 m/secで凹部凸部の両方に記録した

後、7MHzの周波数信号を凸部に記録し、この凸部から再生される7MHzの周波数信号の出力を測定することで評価した。このオーバーライト特性の実用的な値は25dB以上である。

【0079】また、オフトラック特性は、同じように1MHzの周波数信号を記録した上から7MHzの周波数信号を記録した後、磁気ヘッドを記録トラックを横切る＊

＊ように走査させ、その際の出力プロファイルから評価した。

【0080】オーバーライト特性の測定結果を表1に、オフトラック特性の測定結果を図8に示す。

【0081】

【表1】

	金属磁性薄膜 の厚み (nm)	金属磁性薄膜 の組成	オーバー ライト特性 (dB)
実験例1-1	15	Co ₈₀ Pt ₂₀	35.2
実験例1-2	36	Co ₆₄ Pt ₂₀ Cr ₁₆	31.3
実験例1-3	45	Co ₆₀ Pt ₂₀ Cr ₂₀	28.7
実験例1-4	60	Co ₅₈ Pt ₂₀ Cr ₂₂	23.5

【0082】表1に示すように、金属磁性薄膜の厚さが50nm以下とされている実験例1-1～実験例1-3の磁気ディスクは、25dB以上の出力が得られ、実用的なオーバーライト特性が得られる。これに対して、金属磁性薄膜の厚さが60nmと厚くなされた実験例1-4の磁気ディスクでは、出力が25dBを下回っており、必要なオーバーライト特性を確保することができない。

【0083】また、図8からわかるように、この実験例1-4の磁気ディスクでは、磁気ヘッドがトラックからはずれたときに（オフトラックしたときに）、信号残留が大きく、信号のしみだしが大きいことが示唆される。

【0084】以上のことから、PERMディスクにおいて、オーバーライト特性、オフトラック特性を改善するには、金属磁性薄膜の厚さを50nm以下とする必要があることがわかった。

【0085】実験例1-5～実験例1-14

金属磁性薄膜としてCo₆₀Pt₁₀Cr₁₀合金薄膜を5nm～60nmの厚さで形成したこと以外は実験例1-1と同様にして磁気ディスクを作製した。

【0086】このように作製した磁気ディスクについて、保磁力H_cをkerr効果測定機によって測定した。金属磁性薄膜の厚さと保磁力H_cの関係を図9に示す。

【0087】図9からわかるように、磁気ディスクの保磁力H_cは金属磁性薄膜の厚さに依存して変化する。すなわち、金属磁性薄膜の厚さが20nmより薄い範囲では、この厚さの増大に伴って保磁力H_cが大きくなり、金属磁性薄膜の厚さが20nmより厚い範囲では、この厚さの増大に伴って保磁力H_cが小さくなる。そして、厚み20nm程度で最大の保磁力H_cが得られる。

【0088】ここで、磁気ディスクにおける線方向での記録密度は、再生信号の孤立再生波形の半値幅PW50によって決まる。線方向において現状以上に記録密度を

上げるには、この半値幅PW50が0.4μm以下となっていることが必要である。

【0089】一方、現行における磁気ヘッドの浮上量から金属磁性薄膜と磁気ヘッドのスペーシングを計算すると約90nm程度であり、この場合、0.4μm以上の半値幅PWを実現するには、保磁力が150kA/m以上となっていることが必要である。

【0090】このような点から図9を見ると、150kA/m以上の保磁力が得られる金属磁性薄膜の厚さは8nm～50nmであることがわかる。

【0091】つまり、先に示したオフトラック特性、オーバーライト特性からの検討とともにこの保磁力の検討からも、金属磁性薄膜の厚さは8nm～50nmが適当であることがわかる。

【0092】なお、磁気ヘッドの浮上量は減少する傾向にあり、近い将来、磁気ヘッドと磁性層のスペーシングは70nm以下になることが予想される。スペーシングが70nm以下になった場合、PW50は0.35μm以下とされているのが望ましく、それには保磁力が167kA/m以上となっていることが必要である。

【0093】図9を見ると、167kA/m以上の保磁力が得られる金属磁性薄膜の厚さは15nm～35nmである。磁気ヘッドと磁性層のスペーシングが70nm以下であるような場合には、金属磁性薄膜の厚さはこの範囲となされていることが望ましい。

【0094】実験例1-15～実験例1-17

金属磁性薄膜としてCo₆₀Pt₁₀Cr₁₀合金薄膜、Co₇₀Pt₁₀Cr₁₀合金薄膜あるいはCo₆₀Pt₁₀Cr₁₀合金薄膜のいずれかを25nmで形成したこと以外は実験例1-1と同様にして磁気ディスクを作製した。

【0095】このように作製した磁気ディスクについて、保磁力H_cをkerr効果測定機によって測定した。金属磁性薄膜のPt含有量と保磁力H_cの関係を図10に示す。

【0096】図10に示すように、保磁力 H_c は金属磁性薄膜のPt含有量に比例して増大する。

【0097】ここで、上述の如く、保磁力 H_c は、再生信号の孤立再生波形の半値幅 $PW50$ と、磁気ヘッドと金属磁性薄膜のスペーシングの点から 150 kA/m 以上となっていることが必要である。

【0098】図10を見ると、 150 kA/m 以上の保磁力 H_c が得られるのは、Pt含有量が16原子%以上の場合である。つまり、Co-Pt系の金属磁性薄膜ではPtを16原子%以上含有していることが望ましい。

【0099】実験例2-1～実験例2-5

Cr下地層の厚さを表2に示すように変え、金属磁性薄膜として $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{10}\text{Cr}_{10}$ 合金膜を 40 nm の厚さで形成したこと以外は実験例1-1と同様にして磁気ディスクを作製した。

【0100】このように作製した磁気ディスクについて、飽和磁化厚み $M_r \cdot \delta$ (M_r :残留磁化、 δ :金属磁性薄膜の厚さ)、保磁力 H_c 、保磁力角形比 S^* を振動試料型磁力計(VSM)で測定したところ、いずれも $M_r \cdot \delta = 13\text{ mA}$ 、 $H_c = 150\text{ kA/m}$ 、 $S^* = 0.82$ であった。

【0101】そして、これら磁気ディスクについて、上述したのと同様に記録再生を行い、オーバーライト特性、オフトラック特性を評価した。

【0102】オーバーライト特性の測定結果を、Cr下地層の厚さと併せて表2に示す。また、オフトラック特性の測定結果を図11に示す。

【0103】

【表2】

	Cr下地層の厚み (nm)	オーバーライト特性 (dB)
実験例2-1	50	28.3
実験例2-2	75	27.6
実験例2-3	100	26.5
実験例2-4	110	25.4
実験例2-5	130	23.0

*【0104】表2に示すように、下地層の厚さが 110 nm 以下とされている実験例2-1～実験例2-4の磁気ディスクは、 25 dB 以上の出力が得られ、実用的なオーバーライト特性が得られる。これに対して、下地層の厚さが 130 nm と厚くなされた実験例2-5の磁気ディスクでは、出力が 25 dB を下回っており、必要なオーバーライト特性を確保することができない。

【0105】また、図11からわかるように、この実験例2-5の磁気ディスクでは、磁気ヘッドがトラックからはずれたときに、信号残留が大きく、信号のしみだしが大きいことが示唆される。

【0106】以上のことから、PERMディスクにおいて、オーバーライト特性、オフトラック特性を改善するには、下地層の厚さを 110 nm 以下とする必要があることがわかった。

【0107】実験例3-1～実験例3-4

下地層として、カーボンよりなる第1の下地層上にCrよりなる第2の下地層が形成された2層構成の下地層を形成し、その膜厚構成を表3に示すように変えたこと以外は実験例2-1と同様にして磁気ディスクを作製した。

【0108】そして、これら磁気ディスクについて、上述したのと同様に記録再生を行い、オーバーライト特性、オフトラック特性を評価した。

【0109】オーバーライト特性の測定結果を、Cr下地層の厚さとともに表3に示す。また、この表3には先に示した実験例2-3の結果も併せて示す、また、オフトラック特性の測定結果を図12に示す。

【0110】

30 【表3】

	Cr下地層の厚み (nm)	C下地層の厚み (nm)	オーバーライト特性 (dB)
実験例3-1	150	1	22.5
実験例3-2	200	1	21.6
実験例3-3	10	5	30.8
実験例3-4	20	10	30.6
実験例2-3	100	0	26.5

【0111】表3に示すように、第1の下地層と第2の下地層を合わせた厚さが 110 nm 以下の実験例3-

3、実験例3-4及び実験例2-3の磁気ディスクは、25dB以上の出力が得られ、実用的なオーバーライト特性が得られる。これに対して、下地層の厚さが110nmより厚くなされた実験例3-1、実験例3-2の磁気ディスクでは、出力が25dBを下回っており、必要なオーバーライト特性を確保することができない。

【0112】また、図12からわかるように、この実験例3-1、実験例3-2の磁気ディスクでは、磁気ヘッドがトラックからはずれたときに、信号残留が大きく、信号のしみが大きいことが示唆される。

【0113】以上のことから、下地層を2層構成とする場合にも、下地層の厚さはトータルで110nm以下とする必要があることがわかった。

【0114】実験例3-5～実験例3-20

実験例1-1と同様のパターンで凹凸が形成された厚さ1.2mmのポリオレフィン製基板上に、スパッタリング法により、室温条件で、カーボンよりなる第1の下地層及びCrよりなる第2の下地層を成膜した。第1の下地層、第2の下地層の成膜条件は以下の通りである。また、第1の下地層の厚さは表4、表5に示すように変化させ、第2の下地層の厚さは100nm（実験例3-5～実験例3-12）または30nm（実験例3-13～実験例3-20）に設定した。

*

	第2の下地層(Cr)=100nm	
	第1の下地層の膜厚 (nm)	金属磁性薄膜の保磁力 (Oe)
実験例3-5	0	1750
実験例3-6	2	1760
実験例3-7	3	1850
実験例3-8	5	2000
実験例3-9	10	2100
実験例3-10	20	2130
実験例3-11	30	2150
実験例3-12	40 (膜はがれ)	2150

【0118】

※ ※【表5】

	第2の下地層(Cr)=30nm	
	第1の下地層の膜厚 (nm)	金属磁性薄膜の保磁力 (Oe)
実験例3-13	0	1250
実験例3-14	2	1450
実験例3-15	3	1900
実験例3-16	5	2150
実験例3-17	10	2200
実験例3-18	40	2250
実験例3-19	80	2400
実験例3-20	90 (膜はがれ)	2450

*【0115】第1の下地層の成膜条件

ターゲット：直径6インチのカーボンターゲット

投入電力：直流450W

成膜速度：0.47nm/sec

第2の下地層の成膜条件

ターゲット：直径6インチのCrターゲット

投入電力：直流300W

成膜速度：2nm/sec

次に、この第2の下地層上に、スパッタリング法により、 $\text{Co}_{70}\text{Pt}_{12}\text{Cr}_{18}$ よりなる金属磁性薄膜を24nmの膜厚で成膜することで磁気ディスクを作製した。成膜条件は以下の通りである。

【0116】金属磁性薄膜の成膜条件

ターゲット：直径6インチの $\text{Co}_{70}\text{Pt}_{12}\text{Cr}_{18}$ 合金ターゲット

投入電力：直流350W

成膜速度：2nm/sec

このようにして作製された磁気ディスクについて、保磁力を測定した。その結果を第1の下地層の厚さと併せて表4、表5に示す。

【0117】

【表4】

【0119】表4、表5に示すように、第1の下地層を設けた実験例3-6～実験例3-12及び実験例3-14～実験例3-20の磁気ディスクでは、第1の下地層を設けていない実験例3-5や実験例3-13の磁気ディスクに比べて高い保磁力が得られる。

【0120】このことから、金属磁性薄膜の下側にCrよりなる第2の下地層を設け、さらにその下側にカーボンよりなる第1の下地層を設けることは、下地層の厚さを薄く抑えながら金属磁性薄膜の保磁力を増大させる上で有効であることがわかった。

【0121】しかし、第1の下地層を設けても、その厚さが2nmより薄いと、保磁力を十分に向上させることができない。

【0122】また、表5に示すように、第1の下地層の厚さを80nmより厚くすると、第2の下地層の厚さを30nmと比較的薄くした場合でも膜剥がれが生じてしまう。

*

	第2の下地層(Cr)=100nm	
	第1の下地層の膜厚 (nm)	金属磁性薄膜の保磁力 (Oe)
実験例3-21	0	1600
実験例3-22	2	1610
実験例3-23	3	1700
実験例3-24	5	1900
実験例3-25	10	2000
実験例3-26	30	2050
実験例3-27	40	2100
実験例3-28	60 (膜はがれ)	2100

【0127】

※ ※【表7】

	第2の下地層(Cr)=30nm	
	第1の下地層の膜厚 (nm)	金属磁性薄膜の保磁力 (Oe)
実験例3-29	0	1200
実験例3-30	2	1400
実験例3-31	3	1800
実験例3-32	5	2000
実験例3-33	10	2100
実験例3-34	40	2150
実験例3-35	80	2300
実験例3-36	90 (膜はがれ)	2300

【0128】表6、表7に示すように、第1の下地層を設けた実験例3-22～実験例3-28及び実験例3-30～実験例3-36の磁気ディスクでは、第1の下地層を設けていない実験例3-21及び実験例3-29の磁気ディスクに比べて高い保磁力が得られる。

【0129】このことから、基板としてガラス基板を用

*【0123】このように、第1の下地層の厚さは、保磁力Hcと膜剥がれの点から2～80nmとするのが良いことがわかった。

【0124】実験例3-21～実験例3-36

基板として厚さ0.899mmのガラス基板を用いること以外は実験例3-5～実験例3-20と同様にして、第1の下地層の厚さが異なる各種磁気ディスクを作製した。ここで、実験例3-21～実験例3-28では第2の下地層の厚さを100nmに固定し、実験例3-29～実験例3-36では第2の下地層の厚さを30nmに固定した。

【0125】作製した磁気ディスクについて、保磁力を測定した。その結果を第1の下地層の厚さと併せて表6、表7に示す。

【0126】

【表6】

いる場合にも、プラスチック基板を用いる場合と同様に、金属磁性薄膜の下側にCrよりなる第2の下地層を設けるとともに、カーボンよりなる第1の下地層を設けることは、下地層の厚さを薄く抑えながら金属磁性薄膜の保磁力を増大させる上で有効であることがわかった。

【0130】しかし、この場合にも第1の下地層を設け

ても、その厚さが2nmより薄いと、保磁力を十分に向上させることができない。

【0131】また、表7に示すように、第1の下地層の厚さを80nmより厚くすると、第2の下地層の厚さを30nmと比較的薄くした場合でも膜剥がれが生じてしまう。

【0132】このことから、ガラス基板を用いる場合にも、第1の下地層の厚さは2～80nmとするのが良いことがわかった。

*

*【0133】実験例3-37、実験例3-38

第1の下地層として、厚さ5nmのSi膜あるいは厚さ5nmのGe膜を設けること以外は、実験例3-8と同様に磁気ディスクを作製した。

【0134】作製した磁気ディスクについて、保磁力を測定した。その結果を第1の下地層の材料と併せて表8に示す。

【0135】

【表8】

	第1の下地層の材料	金属磁性薄膜の保磁力 (Oe)
実験例3-37	Si	1950
実験例3-38	Ge	1900

【0136】表8に示すように、Siよりなる第1の下地層を設けた実験例3-37の磁気ディスク、Geよりなる第1の下地層を設けた実験例3-38の磁気ディスクでは、第1の下地層を設けていない実験例3-5の磁気ディスクに比べて高い保磁力が得られる。

【0137】このことから、Siよりなる第1の下地層、Geよりなる第1の下地層によっても、Cよりなる第1の下地層と同様に金属磁性薄膜の保磁力を増大させる効果が得られることがわかった。

【0138】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明の磁気ディスクは、PERM構成とされとともに、金属磁性薄膜の厚さ及びPt含有量、あるいはその下側に形成される下地層の厚さが適正化されているので、良好なオフトラック特性、オーバーライト特性が得られるとともに、保磁力が高く、MRヘッドによって高分解能で情報信号を検出することができる。また、特に、金属磁性薄膜の下側に下地層を設ける構成では、この下地層によっても金属磁性薄膜の保磁力が向上し、MRヘッドによる分解能をより一層向上できる。したがって、磁気ディスクの高密度記録化に大いに貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した磁気ディスクの1構成例を示す要部概略断面図である。

【図2】金属磁性薄膜上での理想的な凹凸形状を示す模式図である。

【図3】スパッタリング法によって形成された金属磁性*

※薄膜の凹凸形状を示す模式図である。

【図4】本発明を適用した磁気ディスクの他の例を示す要部概略断面図である。

【図5】本発明を適用した磁気ディスクのさらに他の例を示す要部概略断面図である。

【図6】下地層、金属磁性薄膜、保護層を成膜するためのインライン型スパッタリング装置を示す模式図である。

【図7】インダクティブヘッドを記録用ヘッドとし、MRヘッドを再生用ヘッドとする複合型磁気ヘッドを示すものであり、(a)は複合型磁気ヘッドの模式図、(b)は複合型磁気ヘッドを磁気ディスク摺動面側から見た拡大図である。

【図8】金属磁性薄膜の厚さが異なる各種磁気ディスクの、オフトラック特性を示す特性図である。

【図9】金属磁性薄膜の厚さと保磁力Hcの関係を示す特性図である。

【図10】Co-Pt-Cr系合金薄膜のPt含有量と保磁力Hcの関係を示す特性図である。

【図11】単層構成の下地層を設けた磁気ディスクの、オフトラック特性を示す特性図である。

【図12】2層構成の下地層を設けた磁気ディスクの、オフトラック特性を示す特性図である。

【符号の説明】

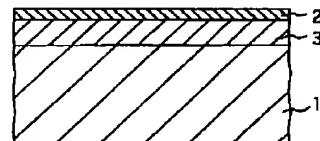
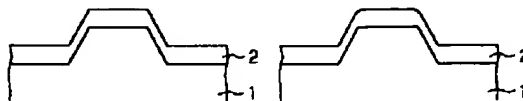
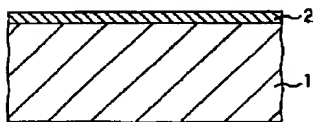
1 非磁性基板、2 金属磁性薄膜、3 第2の下地層、4 第1の下地層

【図1】

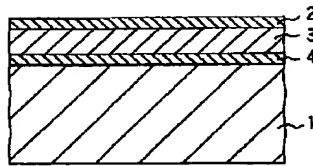
【図2】

【図3】

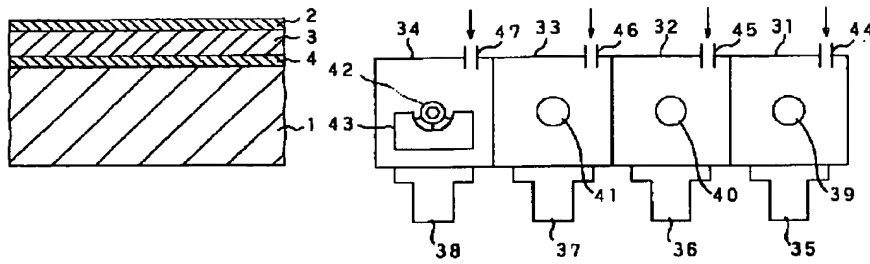
【図4】



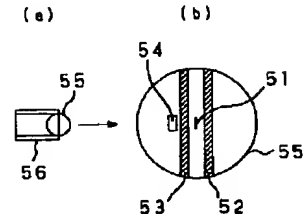
【図5】



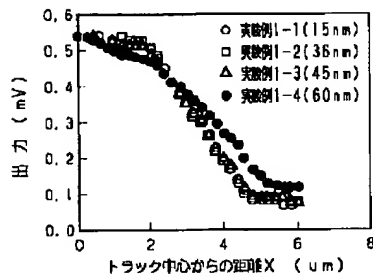
【図6】



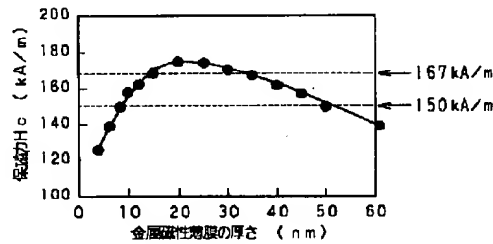
【図7】



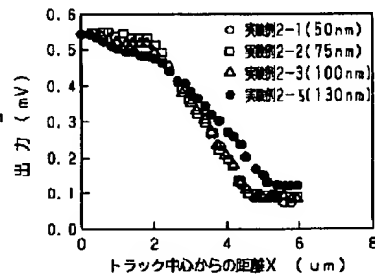
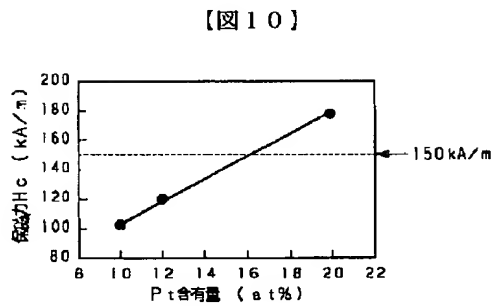
【図8】



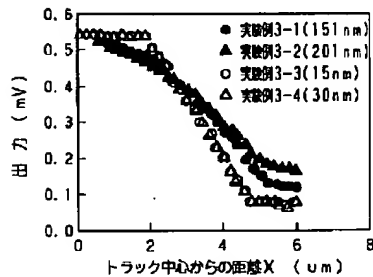
【図9】



【図11】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.